

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

MANUFACTURE OF GALLIUM NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR CHIP

Patent Number: JP7169715
Publication date: 1995-07-04
Inventor(s): YAMADA MOTOKAZU; others:
Applicant(s): NICHIA CHEM IND LTD
Requested Patent: ☐ JP7169715
Application: JP19930279546 19931109
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L21/301; H01L33/00
EC Classification:
Equivalents: JP2748355B2

Abstract

PURPOSE: To provide a method by which the occurrence of cracking and chipping on cut faces can be prevented and a gallium nitride compound semiconductor wafer using sapphire for its substrate can be cut into chips of a desired shape and size at a high yield at the time of cutting the wafer into the chips.

CONSTITUTION: After forming first slit grooves 11 into a sapphire substrate 1 and growing gallium nitride compound semiconductors 2' having bad crystallinity in the grooves 11, the semiconductors 2' having different crystallinity are removed by forming second split grooves 22 or forming the second split grooves 22 toward the semiconductors 2' on the opposite surface of the substrate 1 so that the wafer can be split into pieces along the grooves 11 and 22.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特 許 号

第2748355号

(45) 発行日 平成10年(1998) 5月 6日

(24) 登録日 平成10年(1998) 2月20日

(51) Int.Cl.⁴

識別記号

F I

H 0 1 L 21/301
33/00H 0 1 L 21/78
33/00
21/78L
C
S
Q

請求項の数 4 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-279548

(22) 出願日 平成5年(1993)11月9日

(65) 公開番号 特開平7-169715

(43) 公開日 平成7年(1995)7月4日

審査請求日 平成8年(1996)5月13日

(31) 優先権主張番号 特願平5-263781

(32) 優先日 平5(1993)10月21日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(73) 特許権者 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 山田 元量

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜
化学工業株式会社内

(72) 発明者 中村 修二

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜
化学工業株式会社内

審査官 加藤 浩一

(56) 参考文献 特開 昭62-224946 (J P, A)

特開 昭63-76451 (J P, A)

特開 平3-191549 (J P, A)

特開 平4-221841 (J P, A)

(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 サファイア基板面に所望のチップ形状で第一の割り溝を形成する工程と、

前記第一の割り溝が形成されたサファイア基板面に窒化ガリウム系化合物半導体を積層して窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーを作成する工程と、

前記ウエハーのサファイア基板側、または窒化ガリウム系化合物半導体層側に、前記第一の割り溝が形成された位置と合致する位置で、新たに第二の割り溝を形成する工程と前記第一の割り溝、および前記第二の割り溝に沿って前記ウエハーをチップ状に分離する工程とを具備することを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法、

【請求項2】 前記第二の割り溝を形成する前に、窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーのサファイア基板側を

研磨して、サファイア基板の厚さを200 μ m以下に調整する工程を具備することを特徴とする請求項1に記載の窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法、

【請求項3】 前記第一の割り溝、および第二の割り溝の深さをサファイア基板の厚さに対し10%以下の深さに調整することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法、

【請求項4】 前記第一の割り溝をエッチングにより形成することを特徴とする請求項1ないし請求項3の内のいずれか一項に記載の窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法、

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、青色、緑色あるいは赤色発光ダイオード、レーザーダイオード等の発光デバイ

R007196

スに使用される窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法に係り、特に、サファイア基板上に一般式 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x < 1$, $0 \leq y < 1$) で表される窒化ガリウム系化合物半導体が積層された窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーをチップ状に切断する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に発光ダイオード、レーザダイオード等の発光デバイスにはシステム上に発光源である半導体チップが設けられている。半導体チップを構成する材料として、例えば赤色、橙色、黄色、緑色ダイオードの場合 GaAs 、 GaAlAs 、 GaP 等が知られており、また青色ダイオードであれば ZnSe 、 InAlGaIn 、 SiC 等が知られている。

【0003】従来、半導体材料が積層されたウエハーから、発光デバイス用のチップに切り出す装置には一般にダイサー、またはスクライバーが使用されている。ダイサーとは一般にダイシングソーとも呼ばれ、刃先をダイヤモンドとするブレードの回転運動により、ウエハーを直接フルカットするか、または刃先巾よりも広い巾の溝を切り込んだ後（ハーフカット）、外力によってウエハーを割る装置である。一方、スクライバーとは同じく先端をダイヤモンドとする針の往復直線運動によりウエハーに極めて細いスクライブライン（罫書線）を例えば碁盤目状に引いた後、外力によってウエハーを割る装置である。

【0004】これらの装置を用いて上記半導体材料をチップ状にカットする際、例えば GaP 、 GaAs 等のせん断構造の結晶はへき開性が「110」方向にあるためこの性質を利用して、例えばスクライバーでこの方向にスクライブラインを入れることにより簡単にチップ状に分離できる。

【0005】しかしながら、一般に窒化ガリウム系化合物半導体はサファイア基板の上に積層されるため、そのウエハーは六方晶系というサファイア結晶の性質上へき開性を有しておらず、スクライバーで切断することは困難であった。一方、ダイサーで切断する場合においても、窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーは、前記したようにサファイアの上に窒化ガリウム系化合物半導体を積層したいわゆるヘテロエピタキシャル構造であり格子定数不整合が大きく、また熱膨張率も異なるため、窒化ガリウム系化合物半導体がサファイア基板から剥がれやすいという問題があった。さらにサファイア、窒化ガリウム系化合物半導体両方ともモース硬度がほぼ9と非常に硬い物質であるため、切断面にクラック、チッピングが発生しやすくなり正確に切断することができなかった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】窒化ガリウム系化合物半導体の結晶性を傷めずに、ウエハーを正確にチップ状に分離することができれば、発光素子の出力、効率を向

上させることができ、しかも、一枚のウエハーから多くのチップが得られるので生産性を向上させることができる。従って、本発明はこのような事情を鑑みてなされたもので、その目的とするところは、サファイアを基板とする窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーをチップ状に分離するに際し、切断面のクラック、チッピングの発生を防止し、歩留良く、所望の形状、サイズを得るチップの製造方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法は、サファイア基板面に所望のチップ形状で第一の割り溝を形成する工程と、前記第一の割り溝が形成されたサファイア基板面に窒化ガリウム系化合物半導体を積層して窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーを作成する工程と、前記窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーのサファイア基板側、または窒化ガリウム系化合物半導体層側に、前記第一の割り溝が形成された位置と合致する位置で、新たに第二の割り溝を形成する工程と、前記第一の割り溝、および前記第二の割り溝に沿って窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーをチップ状に分離する工程とを具備することを特徴とする。

【0008】本発明の製造方法において、第一の割り溝、および第二の割り溝を形成するには、例えばスクライバーによるスクライブ、ダイサーによるハーフカット等の方法を適用することができ、またレーザー等を利用してよい。割り溝の深さは特に問わないが、通常はサファイア基板の厚さに対し10%以下の深さに調整する方が好ましい。なぜなら、第一の割り溝を前記割合より深く入れすぎると、窒化ガリウム系化合物半導体成長中にサファイア基板が割れやすくなる傾向にあり、また同じく第二の割り溝を前記割合より深く入れすぎると、割り溝形成中にウエハーがチップ状に切断されてしまい、第二の割り溝の位置を第一の割り溝の位置と合致させることが難しくなる傾向にあるからである。

【0009】また、第一の割り溝を形成するには、ウェットエッチング、ドライエッチング等のエッチングを用いて形成することもできる。ウェットエッチングでは、例えば硫酸とリン酸の混酸、ドライエッチングであればRIE（反応性イオンエッチング）等の技術を用いることができる。但し、エッチングを行う前に、サファイア基板の上に、所望のチップ形状となるように、所定の形状のマスクを形成することは言うまでもない。

【0010】次に、第一の割り溝が形成されたサファイア基板の上に、MOCVD法、MBE法等の気相成長法を利用して窒化ガリウム系化合物半導体を積層し、例えばp-n接合を有する窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーを作成することができる。窒化ガリウム系化合物半導体は、通常、鏡面研磨されたサファイア基板の上に成長することにより発光素子として結晶性のよいものが得ら

れるが、本願のように予めサファイア基板に第一の割り溝を形成すると、第一の割り溝位置に対応する上の部分の窒化ガリウム系化合物半導体の結晶性が、他の鏡面均一なサファイア基板の上に積層した窒化ガリウム系化合物半導体と異なるようになり（一般に、結晶性が悪くなる傾向にある）、この結晶性の異なる部分からウエハーを切断することができる。

【0011】さらに、窒化ガリウム系化合物半導体ウエハー作成後、サファイア基板側を研磨して薄くすることが好ましい。さらに、研磨後のサファイア基板の厚さは200 μ m以下、さらに好ましくは150 μ m以下に調整することが望ましい。なぜなら、前記したように、窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーは、サファイア基板の厚さが通常360～800 μ m、その上に積層された窒化ガリウム系化合物半導体の厚さが多くとも数十 μ mあり、そのほとんどがサファイア基板の厚さで占められている。しかも、前記したように窒化ガリウム系化合物半導体は格子定数、および熱膨張率の異なる材料の上に積層されているため、非常に切断しにくい性質を有している。従って、サファイア基板の厚さが厚すぎると、後に第二の割り溝を形成してウエハーを分離する際、第一の割り溝と、第二の割り溝とを合致させた位置で割りにくくなる傾向にある。そこで、サファイア基板を前記範囲内に研磨して薄くすることにより、前記割り溝の合致位置、つまり目的とするチップ形状でウエハーをさらに分離しやすくすることができる。基板の厚さの下限値は特に問わないが、あまり薄くすると研磨中にウエハー自体が割れ易くなるため、実用的な値としては50 μ m以上が好ましい。

【0012】第二の割り溝は第一の割り溝位置に合致した位置であれば、窒化ガリウム系化合物半導体層側、サファイア基板側いずれに形成してもよい。窒化ガリウム系化合物半導体側に形成すれば、結晶性の異なる部分を除去することができる。

【0013】

【作用】本発明の製造方法の作用を図面を元に説明する。図1ないし図4は本発明の一製造方法の工程を模式断面図でもって説明する図であり、図1はサファイア基板1の表面に、所定のチップ形状になるように、第一の割り溝11を形成した状態を示し、図2は割り溝11を形成したサファイア基板の上に窒化ガリウム系化合物半導体2を積層したウエハーの状態を示し、図3は図2のウエハーのサファイア基板1側を研磨して薄くした状態を示し、図4は図3のウエハーのサファイア基板1側に、第一の割り溝11と合致するように新たに第二の割り溝22を形成した状態を示している。なお、これらの図において、割り溝11、22はスクライブによって形成したものである。

【0014】まず、図1に示すように、窒化ガリウム系化合物半導体成長前のサファイア基板1上に、予め第一

の割り溝11を形成することにより、目的とするチップ形状を設定すると共に、第一の割り溝11の深さ分だけサファイア基板を薄くできるため、後にウエハーを分離する際、第一の割り溝11の部分を割り易くできる。さらに、第一の割り溝11の露出面はサファイア基板の鏡面性が失われ、さらに面方位も異なるため、割り溝11の上に成長させた窒化ガリウム系化合物半導体2'の結晶性を、鏡面均一なサファイア基板上に成長させた大部分の窒化ガリウム系化合物半導体2と異ならせることができる。

【0015】次に、図2に示すように、サファイア基板の上に成長させた窒化ガリウム系化合物半導体は、鏡面均一なサファイア基板の上に成長させた窒化ガリウム系化合物半導体2と、第一の割り溝11の上に成長させた窒化ガリウム系化合物半導体2'よりなる。一般に2'部の結晶性は2部の結晶性よりも悪く、また異なる性質を有している。

【0016】次に、図3に示すように、サファイア基板1を研磨して薄くすることにより、サファイアを割り易くすることができる。

【0017】次に、図4に示すように、新たに第二の割り溝22を第一の割り溝11と合致する位置でサファイア基板1側に形成することにより、第二の割り溝22の深さ分だけサファイア基板を薄くし、第一の割り溝11と第二の割り溝22とが一致した位置でウエハーを割り易くしている。さらに、前述したように2'部にあたる窒化ガリウム系化合物半導体層は結晶性が悪く、性質も他の結晶性のよい大部分の窒化ガリウム系化合物半導体層2と異なるため、窒化ガリウム系化合物半導体を結晶性の悪い部分から割れ易くできる。また、第二の割り溝22を窒化ガリウム系化合物半導体層2側に形成した場合、結晶性の悪い2'部の窒化ガリウム系化合物半導体層を除去できるので、割り溝が深く2重に入ったような状態となり、ウエハーを割り易くできる。

【0018】つまり、本発明の製造方法は、予めサファイア基板に第一の割り溝で傷を付け、その傷部分に結晶性の悪い窒化ガリウム系化合物半導体を成長させた後、結晶性の悪い窒化ガリウム系化合物半導体層を第二の割り溝で除去するか、または結晶性の悪い部分に向かって、ウエハーが割れるように、新たな傷（第二の割り溝）をサファイア基板側に設けて切断することによりチップを得る方法である。

【0019】

【実施例】【実施例1】厚さ400 μ m、大きさ2インチのサファイア基板に粘着テープを貼付け、スクライバーのテーブル上に張り付け、真空チャックで固定する。テーブルはX軸（左右）、Y軸（前後）方向に移動することができ、回転可能な構造となっている。固定後、スクライバーのダイヤモンド針で、サファイア基板をX軸方向に500 μ mピッチ、5 μ mの深さで一回ス

クライブする。テーブルを90°回転させて今度はY軸方向に同様にしてスクライブする。このようにして500 μ m角のチップになるようにスクライブラインを入れ、第一の割り溝を形成する。ただし、第一の割り溝を形成する面はサファイアが鏡面研磨された面とする。

【0020】次に、前記サファイア基板をMOCVD装置にセットし、サファイア基板上にn型Ga_{0.4}N層とp型Ga_{0.6}N層とを合わせて5 μ mの厚さで成長して窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーとする。

【0021】成長後、ウエハーのサファイア基板側を研磨器により研磨して、基板を150 μ mの厚さにラッピング、およびポリッシングする。ポリッシングで基板表面を鏡面均一とし、容易にサファイア基板面から第一の割り溝が確認できるようにする。

【0022】次に、Ga_{0.4}N層側に粘着テープを貼付し、同様にしてスクライバーでX軸、Y軸に500 μ mピッチ、5 μ mの深さで一回スクライブして、第二の割り溝を形成する。ただし、第二の割り溝の位置が第一の割り溝と合致するようにスクライブしてあることは言うまでもない。

【0023】スクライブ後、真空チャックを解放し、ウエハーをテーブルから剥し取り、サファイア基板側から軽くローラーで押さえることにより、2インチφのウエハーから500 μ m角のチップを多数得た。チップの切断面にクラック、チッピング等が発生しておらず、外形不良の無いものを取りだしたところ、歩留は95%以上であった。

【0024】〔実施例2〕実施例1の第二の割り溝を形成する工程において、第二の割り溝をGa_{0.4}N層側から5 μ mの深さで形成する他は同様にして、500 μ m角のチップを得たところ、歩留は同じく95%以上であった。

【0025】〔実施例3〕実施例1の窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーのサファイア基板を研磨する工程において、サファイア基板を200 μ mの厚さとする他は同様にして、500 μ m角のチップを得たところ、歩留は90%以上であった。

【0026】〔実施例4〕実施例1において、第一の割り溝、および第二の割り溝を形成する際に、ダイサーを用い、ダイシングにより両方とも10 μ mの深さでハーフカットする他は同様にして500 μ m角のチップを得たところ、歩留は95%以上であった。

【0027】〔実施例5〕実施例1と同一の大きさのサ

ファイア基板に、500 μ m角のチップが得られるような形状で、SiO₂よりなるマスク33をファトリソグラフィ技術を用いて蒸着により形成する。マスク33を形成したサファイア基板の平面図を図5に示す。この図は500 μ m角のマスク33を、50 μ mピッチで基盤目上に形成していることを示している。

【0028】次に、そのサファイア基板を加熱した硫酸とリン酸の混酸に浸漬し、マスク33が形成されていないサファイア基板をおよそ5 μ mの深さでエッチングし、第一の割り溝を形成する。エッチング後、マスク33をフッ酸に浸漬して除去した後、実施例1と同様にしてMOCVD法により、窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーを作成する。

【0029】後は、実施例1と同様にして、ウエハーのサファイア基板側を研磨し、研磨後第二の割り溝を形成し、チップを得たところ、歩留は同じく95%以上であった。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の方法によると、へき開性を有していない窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーでも、スクライブ、ダイサー、レーザー等の手法により、歩留よく正確に切断することができ、生産性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の製造方法の一工程を説明する模式断面図。

【図2】 本発明の製造方法の一工程を説明する模式断面図。

【図3】 本発明の製造方法の一工程を説明する模式断面図。

【図4】 本発明の製造方法の一工程を説明する模式断面図。

【図5】 本発明の製造方法の一工程を説明する平面図。

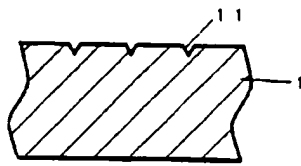
【符号の説明】

- 1・・・サファイア基板
- 2・・・鏡面状のサファイア基板に積層された窒化ガリウム系化合物半導体
- 2'・・・第一の割り溝上に積層された窒化ガリウム系化合物半導体
- 11・・・第一の割り溝
- 22・・・第二の割り溝
- 33・・・マスク

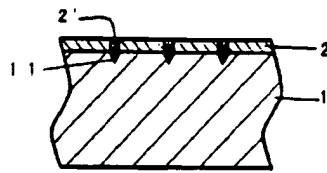
【図3】



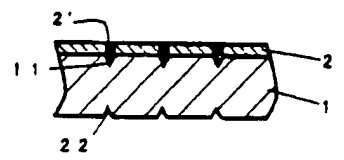
【図1】



【図2】



【図4】



【図5】

